



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 197 27 296 A 1**

⑤ Int. Cl.⁶:
F 02 C 9/46
F 02 C 7/00

⑳ Aktenzeichen: 197 27 296.7
㉔ Anmeldetag: 27. 6. 97
㉕ Offenlegungstag: 7. 1. 99

DE 197 27 296 A 1

㉑ Anmelder:
MTU Motoren- und Turbinen-Union München
GmbH, 80995 München, DE

㉒ Erfinder:
Hain, Klemens, Dr., 85259 Wiedenzhausen, DE;
Stanka, Rudolf, 84431 Rattenkirchen, DE

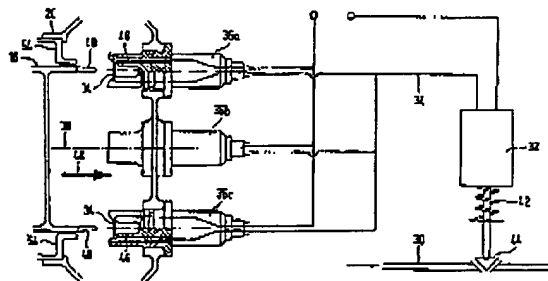
㉓ Entgegenhaltungen:
JP 3-121219 (A) in Patents Abstracts of Japan,
M-1147, 1991, Vol. 15, No. 321;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉔ Einrichtung zur Notabschaltung einer Gasturbine

㉕ Einrichtung zur Notabschaltung einer Gasturbine mit einer Schaltvorrichtung (36, 40) über die ein Stellglied (32) zum Schließen der Brennstoffleitung aktiviert wird, wenn infolge einer Überdrehzahl der Turbine eine unzulängliche Axialverschiebung der Turbinenwelle (16) auftritt (Fig. 2).



DE 197 27 296 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Notabschaltung einer Gasturbine gemäß der im Oberbegriff des Anspruches 1 angegebenen Art.

Gasturbinen sind Wärmekraftmaschinen zur Abgabe von mechanischer Leistung bzw. Schubkraft. In ihrem Gehäuse sind eine über eine Brennstoffleitung versorgte Brennkammer, zumindest eine einen Rotor aufweisende Turbine und zumindest eine über eine Welle mit der Turbine verbundene und von dieser angetriebene Komponente, wie z. B. ein Niederdruckverdichter, ein Fan, ein Propeller, ein Generator, eine Arbeitsmaschine oder ähnliches vorgesehen.

Bei einem Bruch der Welle zwischen der Turbine und der angetriebenen Komponente besteht die Gefahr, daß es zu kritischen Überdrehzahlen der Turbine mit der Gefahr von weiteren Beschädigungen der Gasturbine und zu dieser benachbarter Bereiche kommt. Beispielsweise können bei Triebwerken von Fahrzeugen, Flugzeugen oder auch bei stationärem Betrieb bei Überdrehzahlen der Turbine in Folge von einem Bruch der Welle Drehzahlen entstehen, die benachbarte Scheiben zum Bersten bringen und dadurch betroffene Personen gefährden.

Es ist bekannt, bei einer Gasturbine eine Einrichtung zur Notabschaltung der Brennstoffzufuhr zur Brennkammer vorzusehen.

Bei einer bekannten Einrichtung zur Notabschaltung einer Gasturbine wird über einen Drehzahlsensor die Drehzahl der Turbine überwacht. Kommt es zu einem anormalen Anstieg der Turbinendrehzahl erfolgt die Abschaltung der Brennstoffzufuhr über eine entsprechende Schaltung im Triebwerksregler. Nachteilig ist hierbei die lange Ansprechzeit aufgrund des Reglervverzuges. Desweiteren sind die Drehzahlsensoren im Heißbereich, beispielsweise im Turbinenaustrittsbereich, nicht einsetzbar bzw. diese arbeiten dort nur unzuverlässig.

Gemäß einer anderen bekannten Einrichtung zur Notabschaltung einer Gasturbine wird bei einem Bruch der Welle zwischen dem Axiallager der Welle und dem Rotor der Turbine aufgrund der wirkenden Strömungskräfte in Axialrichtung der Rotor relativ zum Gehäuse stromab verschoben, wodurch die Laufschaufeln und die Leitschaufeln der Turbine aufeinandertreffen und dadurch den Rotor abbremsen. Über einen Drehzahlsensor eines Regelkreises wird die plötzliche Drehzahlveränderung der Turbine erfaßt und die Brennstoffzufuhr und somit die Gasturbine abgestellt. Eine solche Notabschaltung wird zur Zeit nur bei verhältnismäßig langsam drehenden Turbo-Fans eingesetzt. Problematisch ist auch hier die verhältnismäßig lange Ansprechzeit durch den Reglervorzug des Regelkreises. Bei kleineren, schnell laufenden Turbinen ist eine sichere Funktion und genaue Verhaltensweise einer derartigen Notabschaltung schwer bestimmbar.

Eine weitere bekannte Einrichtung zur Notabschaltung einer Gasturbine übersetzt die Axialbewegung des Rotors der Turbine stromabwärts bei einem Bruch der Welle über eine Gestänge- und/oder Seilmechanik auf ein Ventil in der Brennstoffleitung, das die Brennstoffzufuhr unterbricht. Problematisch bei dieser Lösung ist das Festsetzen der Mechanik durch Verkoken als Folge des Vorhandenseins von Öl und heißer Umgebung sowie als Folge von Korrosion. Desweiteren ist eine ständige Überprüfung der Funktionsfähigkeit und eine genaue Ausrichtung/Justage notwendig.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zur Notabschaltung einer Gasturbine gemäß der im Oberbegriff des Anspruches 1 angegebenen Art derart auszubilden, daß eine einfache, schnelle und sichere Abschaltung der Brennstoffzufuhr zur Brennkammer bei einem

Bruch der Welle gewährleistet ist.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 1 in Verbindung mit seinen Oberbegriffsmerkmalen gelöst.

Nach der Erfindung ist eine die bei Bruch der Welle erfolgende axiale Verschiebung des Rotors gegenüber dem Gehäuse der Gasturbine feststellende Schaltvorrichtung vorgesehen, die über eine Signalleitung das Stellglied zum Schließen der Brennstoffzufuhr aktiviert.

Hierbei besteht die Schaltvorrichtung vorzugsweise aus zumindest einem mit dem Rotor verbundenen Betätigungselement und zumindest einem Sensor zur Erzeugung des Signals für das Stellglied.

Die durch die während des Betriebs der Gasturbine wirkenden Strömungskräfte in Axialrichtung stromabwärts verursachte Axialverschiebung des Rotors der Turbine in Strömungsrichtung bei einem Bruch der Welle führt in Verbindung mit der Drehbewegung des Rotors dazu, daß ein oder mehrere stromab des Rotors angeordnete Sensoren von den Betätigungselementen aktiviert werden und folglich das Stellglied geschlossen wird. Hierbei kommt es zu keinem Reglervorzug, da die Axialbewegung des Rotors unmittelbar zum Schließen des Stellgliedes führt. Zudem kann das Stellglied auf Schnellabschaltung optimiert werden, indem es lediglich mit einer Auf-/Zu-Charakteristik versehen ist. Mit geringster Verzögerungszeit erfolgt eine direkte Einwirkung auf das die Brennstoffzufuhr abschaltende Stellglied.

Der Schalter unterbricht vorzugsweise die Signalleitung, woraufhin sich das Stellglied schließt.

Um eine ungewollte Abschaltung des Stellgliedes zu vermeiden, beispielsweise durch einen Wackelkontakt im Sensor oder dem Ausfall eines Sensors, sind mehrere parallel geschaltete Sensoren und mehrere Betätigungselemente vorgesehen.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung wird das Stellglied elektrisch zum Schließen aktiviert und insbesondere bildet hierbei eine elektrische Leitung die Signalleitung.

Zum einen wird das Stellglied bei Anliegen einer Nullspannung, beispielsweise über eine vorgespannte Feder, geschlossen – stromlos geschlossen –, also wenn die Schaltvorrichtung die stromdurchflossene Leitung unterbricht.

Zum anderen kann dem Stellglied auch ein elektrisches Negationsglied, wie ein Relais oder ähnliches, vorgeschaltet sein, so daß bei Unterbrechung der elektrischen Leitung das Relais schaltet, am Stellglied daraufhin Spannung anliegt und das Stellglied schließt – stromlos offen –.

Eine einfache Konstruktion des Betätigungselementes und des Sensors wird gewährleistet, wenn mehrere Betätigungselemente vorgesehen sind, die jeweils als Trennzähne ausgebildet sind. Der Sensor weist einen für die Trennzähne zugänglichen Bereich der elektrischen Leitung auf, so daß bei axialer Verschiebung der Trennzähne zusammen mit dem Rotor relativ zum Gehäuse der Gasturbine die elektrische Leitung von den Trennzähnen durchtrennt wird.

Vorzugsweise sind mehrere Trennzähne um die Längsachse der Welle herum sowie konzentrisch zu dieser angeordnet. Die Sensoren weisen hierbei Ausnehmungen auf, in die die mit der Welle und/oder dem Rotor mitdrehenden Trennzähne bei Bruch der Welle eingreifen.

Um zu verhindern, daß ein nachträgliches Schließen der Signalleitung über den Trennzahn oder andere metallische Rotorelemente erfolgt, ist der Trennzahn mit einer elektrisch isolierenden Beschichtung versehen oder besteht aus einem elektrisch isolierenden Material, wie Keramik.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung bildet eine optische Leitung die Signalleitung. Beispielsweise unterbricht dann das Betätigungselement die Lichtschranke der

optischen Leitung, woraufhin das Stellglied die Brennstoffzufuhr zur Brennkammer unterbricht.

Insbesondere bildet ein Magnetventil das Stellglied.

Die Funktionssicherheit der Einrichtung zur Notabschaltung der Brennstoffzufuhr zur Brennkammer bei einem Bruch der Welle kann noch dadurch erhöht werden, daß eine Notführung für den Rotor vorgesehen ist, die bei Bruch der Welle und der sich dabei ergebenden axialen Verschiebung des Rotors relativ zum Gehäuse die Aktivierung des Sensors durch das Betätigungselement gewährleistet. Diese Notführung kann beispielsweise ein Führungsring um den Rotor sein.

Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung zweier Ausführungsbeispiele im Zusammenhang mit der Zeichnung.

Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Schnittansicht einer Gasturbine mit einem Verdichter und einer Turbine bei einem Bruch der sie miteinander verbindenden Welle;

Fig. 2 eine schematische Darstellung des Erfindungsprinzips gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 3a und Fig. 3b eine weitere prinzipielle Darstellung der Ausführungsform der Erfindung in Seitenansicht und Schnittansicht durch die Schaltvorrichtung von Fig. 2; und

Fig. 4a und Fig. 4b eine weitere schematische Darstellung des Erfindungsprinzips gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung in Seitenansicht und Ansicht auf einen Sensor.

In Fig. 1 ist eine Gasturbine 10 mit einer Turbine 12 und einer von dieser angetriebenen Komponente, einem Verdichter 14, dargestellt. Die Turbine 12 und der Verdichter 14 sind über eine Welle 16 miteinander verbunden.

Üblicherweise ist die Welle 16 beim Verdichter 14 über ein Axiallager 18 im Gehäuse 20 und bei der Turbine 12 über ein Loslager 22 gelagert. Die Welle 16 ist bei A zwischen Axiallager 18 und Loslager 22 gebrochen.

Die Welle 16 ist mit dem mehrere Laufschaufeln 24 aufweisenden Rotor 26 verbunden. Zwischen den Laufschaufeln 24 sind Leitschaufeln 28 in der Turbine 12 angeordnet, die ortsfest im Gehäuse 20 gelagert sind.

Zwischen der Turbine 12 und dem Verdichter 14 ist in bekannter Weise eine Brennkammer vorgesehen, die von einer Brennstoffleitung 30 versorgt wird, siehe Fig. 2.

In die Brennstoffleitung 30 ist ein Magnetventil 32 eingebracht, das die Zufuhr des Brennstoffes zur Brennstoffkammer bei Bedarf unterbricht. Das Magnetventil 32 ist über elektrische Leitungen 34 mit mehreren Sensoren 36a bis 36c verbunden, wobei die Sensoren 36 zueinander jeweils parallel geschaltet sind.

Die Sensoren 36 sind um die Längsachse 38 der Gasturbine 10 und der Welle 16 herum sowie konzentrisch zu dieser angeordnet und Betätigungselementen 40 zugeordnet.

Die Betätigungselemente sind als Trennzähne 40 ausgebildet und ebenfalls um die Längsachse 38 herum sowie konzentrisch zu dieser angeordnet. Die Trennzähne 40 sind integraler Bestandteil des freien Endes der Welle 16, der fest mit dem Rotor 26 der Turbine 12 verbunden ist.

Am Magnetventil 32 liegt Spannung an. Im erregten Zustand des Magnetventils 32 ist dieses geöffnet und wird entgegen der Federkraft einer Feder 42 im erregten Zustand in der Öffnungsstellung gehalten. Fällt die Spannung am Magnetventil 32 ab, liegt somit eine Null-Spannung an, bewegt sich der Ventilschieber 44 des Magnetventils 32 in seine Schließposition und sperrt die Brennstoffzufuhr zur Brennkammer in der Brennstoffleitung 30. Dieses Arbeitsprinzip des Magnetventils 32 nennt man "stromlos geschlossen".

Die Sensoren 36 sind auf ihrer den Trennzähnen 40 zugewandten Seite mit jeweils einer Ausnehmung 46 versehen,

in die bei axialer Verschiebung der Welle 16 zusammen mit dem Rotor 26 die mit der Welle 16 und dem Rotor 26 mit rotierenden Trennzähne 40 eingreifen und die elektrischen Leitungen 34 in den Ausnehmungen 46 durchtrennen.

Hierfür sind die Trennzähne 40 mit einer elektrisch isolierenden Beschichtung aus Keramik versehen, wodurch ein nachträglicher Kurzschluß vermieden wird.

Wie sich insbesondere aus Fig. 3b ergibt, sind viele Trennzähne 40 konzentrisch zur Längsachse 38 um diese herum angeordnet.

Bei Bruch der den Verdichter 14 und die Turbine 12 miteinander verbindenden Welle 16, beispielsweise bei A, wie in Fig. 1 dargestellt, wird der Rotor 26 mit dem noch mit dem Rotor 26 verbundenen Teil der Welle 16 in Strömungsrichtung axial gemäß dem Pfeil 48 stromab bewegt. Dabei dreht der Rotor 26 mit den Laufschaufeln 24 und dem noch mit ihm verbundenen Teil der Welle 16 weiter, die Trennzähne 40 greifen in die Ausnehmung 46 der Sensoren 36 ein und scheitern durch ihre um die Längsachse 36 rotierende sowie sich stromab gemäß dem Pfeil 48 ergebende Bewegung durch die elektrischen Leitungen 34 in den Ausnehmungen 46 der Sensoren 36. Dadurch wird gleichzeitig in den drei Sensoren 36a bis 36c die elektrische Leitung 34 unterbrochen, woraufhin am Magnetventil 32 keine Spannung mehr anliegt. Durch die Feder 42 wird der Ventilschieber 44 nunmehr in die Schließposition bewegt und die Brennstoffzufuhr zur Brennkammer ist unterbrochen.

Der Rotor 26 mit seinen Laufschaufeln 24 sowie die Welle 16 im Bereich des Rotors 26 sind mit einer Führung 50 versehen, die die kreisförmig angeordneten Trennzähne 40 auch bei Bruch der Welle 16 koaxial zur Längsachse 38 hält, so daß diese in die Ausnehmungen 46 der Sensoren 36 eingreifen und die elektrischen Leiter 34 durchtrennen können. Die Führung 50 ist erst bei Bruch der Welle 16 wirksam.

Die maximale axiale Bewegung stromab der Welle 16 und des Rotors 26 ist durch einen Anschlag 54 begrenzt. Die für die Erzeugung des Signals erforderliche axiale Bewegung der Welle 16 ist, beispielsweise durch Vorsetzen von Distanzscheiben, einstellbar.

Alternativ hierzu kann statt einem elektrischen Leiter 34 auch ein Lichtleiter 34a verwendet werden, der bei Durchtrennen ein Schließen des Magnetventils 32 gewährleistet. Hierbei ist der Lichtleiter 34a in den Sensoren mit Ausnahme der Ausnehmung 46, mit einer Isolierung 52 umgeben, siehe Fig. 4.

Mit der Erfindung wird eine Einrichtung zur Notabschaltung geschaffen, die eine schnelle unmittelbare sowie zuverlässig und wartungsarm Abschaltung der Brennstoffzufuhr zur Brennstoffkammer bei einem Bruch der Welle 16 gewährleistet.

Patentansprüche

1. Einrichtung zur Notabschaltung einer Gasturbine (10) mit einer über eine ein Stellglied (32) zum Unterbrechen der Brennstoffzufuhr zur Brennkammer aufweisende Brennstoffleitung (30) versorgten Brennkammer und mindestens einen einen Rotor (26) sowie eine daran angeschlossene Welle (16) aufweisenden Turbine (12), dadurch gekennzeichnet, daß eine die bei Bruch der Welle (16) erfolgende axiale Verschiebung des Rotors (26) gegenüber dem Gehäuse (20) der Gasturbine (10) feststellende Schaltvorrichtung (36, 40) vorgesehen ist, die über eine Signalleitung (34) das Stellglied (32) zum Schließen der Brennstoffleitung aktiviert.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

DE 197 27 296 A 1

5

6

zeichnet, daß die Schaltvorrichtung (36, 40) aus zumindest einem mit dem Rotor (26) verbundenen Betätigungselement (40) und zumindest einem Sensor (36) zur Erzeugung des Signals für das Schließen des Stellglieds (32) besteht.

3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch eine Schaltvorrichtung (36, 40), die die Signalleitung (34) unterbricht.

4. Einrichtung nach Anspruch 2 oder 3, gekennzeichnet durch mehrere parallel geschaltete Sensoren (36) und mehrere Betätigungselemente (40).

5. Einrichtung gekennzeichnet durch ein elektrisch aktivierbares Stellglied (32).

6. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß eine elektrische Leitung (34) die Signalleitung bildet.

7. Einrichtung nach Anspruch 5 und 6, gekennzeichnet durch ein Stellglied (32), das bei Anlegen einer Nullspannung geschlossen ist (stromlos geschlossen).

8. Einrichtung nach Anspruch 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, daß dem Stellglied (32) ein elektrisches Negationsglied, wie ein Relais o. ä., vorgeschaltet ist, so daß bei Unterbrechung der elektrischen Leitung (34) das Relais schaltet, am Stellglied (32) daraufhin Spannung anliegt und das Stellglied (32) schließt (stromlos offen).

9. Einrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 8, gekennzeichnet durch mehrere Betätigungselemente, die jeweils als Trennzahn (40) ausgebildet sind, und mindestens einen Sensor (36), der mit einem für die Trennzähne (40) zugänglichen Bereich der elektrischen Leitung (34) versehen ist, so daß bei axialer Verschiebung des Rotors (26) die Trennzähne (40) die elektrische Leitung (34) durchtrennen.

10. Einrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Trennzähne (40) um die Längsachse (38) der Welle (16) herum und konzentrisch zu dieser angeordnet sind, die Sensoren (36) Ausnehmungen (46) aufweisen, in die die mit der Welle (16) und/oder dem Rotor (26) mitdrehenden Trennzähne (40) bei einem Bruch der Welle (16) eingreifen.

11. Einrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Trennzahn (40) jeweils eine elektrisch isolierende Beschichtung aufweist oder aus einem elektrisch isolierenden Material, wie Keramik, besteht.

12. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine optische Leitung die Signalleitung (34) bildet.

13. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch ein Magnetventil (34) als Stellglied.

14. Einrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß eine Notführung für den Rotor (26) vorgesehen ist, die bei Bruch der Welle (16) und der sich dabei ergebenden axialen Verschiebung des Rotors (26) relativ zum Gehäuse (20) die Aktivierung des Sensors (36) durch das Betätigungselement (40) gewährleistet.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

60

65

ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer:
Int. Cl.⁵:
Offenlegungstag:

DE 197 27 296 A1
F 02 C 9/46
7. Januar 1999

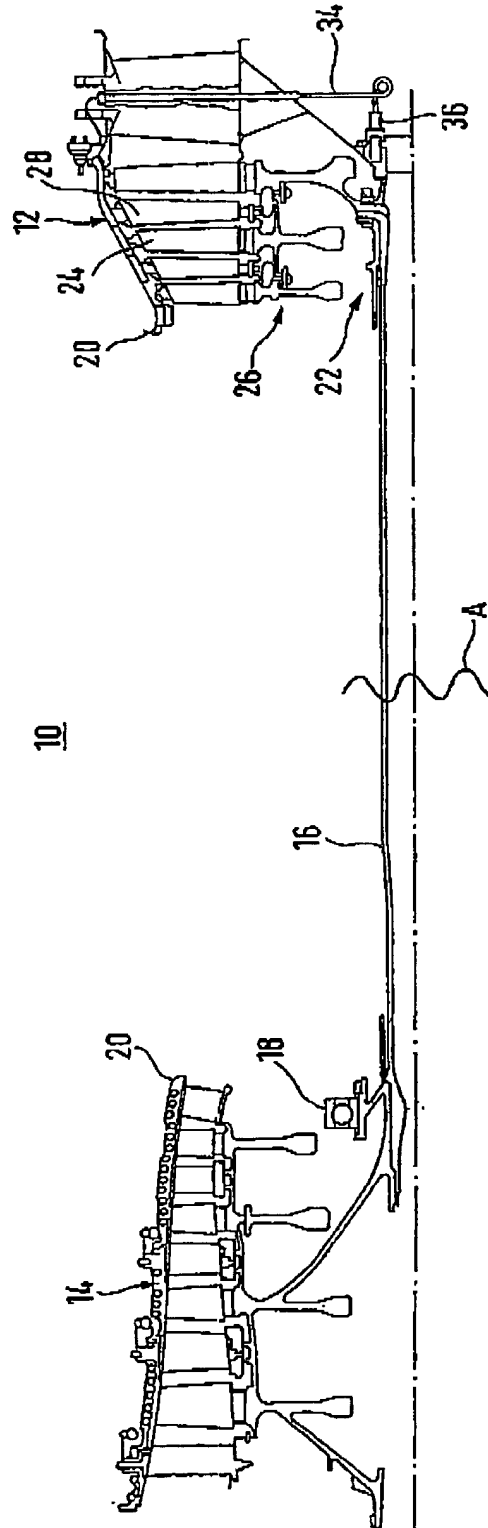


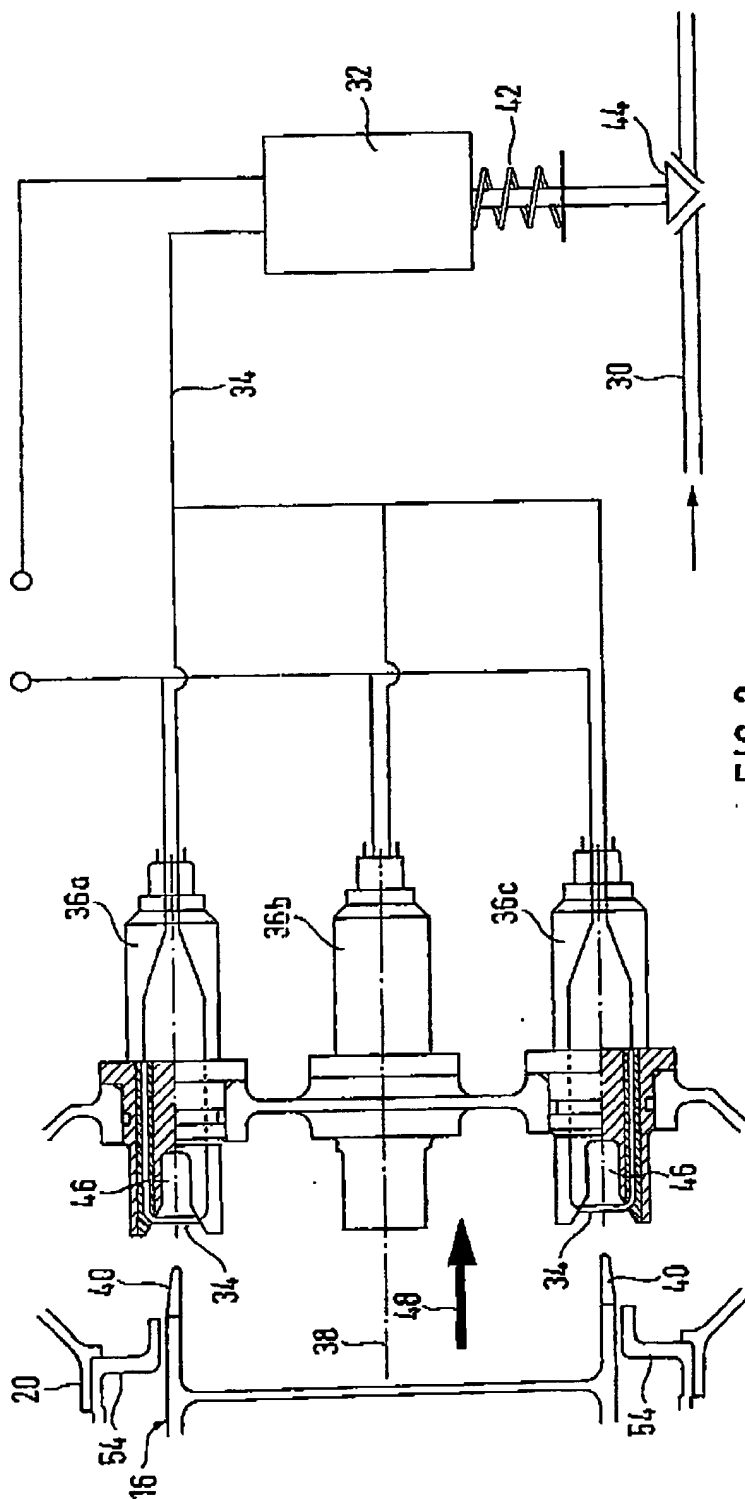
FIG. 1

802 061/288

ZEICHNUNGEN SEITE 2

Nummer:
Int. Cl.⁶:
Offenlegungstag:

DE 197 27 296 A1
F 02 C 9/46
7. Januar 1999



802 061/288

ZEICHNUNGEN SEITE 3

Nummer:
Int. Cl. 8:
Offenlegungstag:

DE 197 27 296 A1
F02 C 9/46
7. Januar 1999

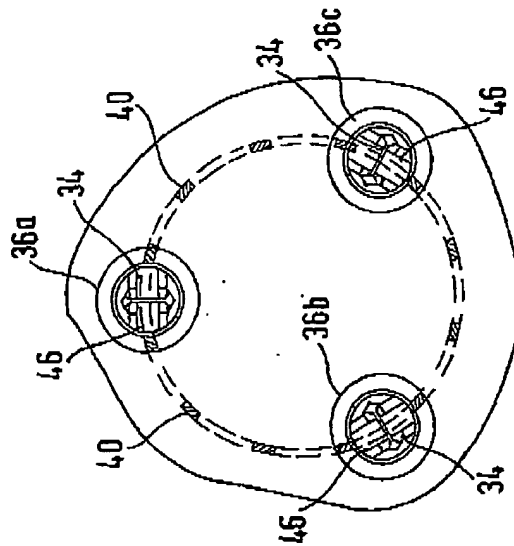


FIG. 3b

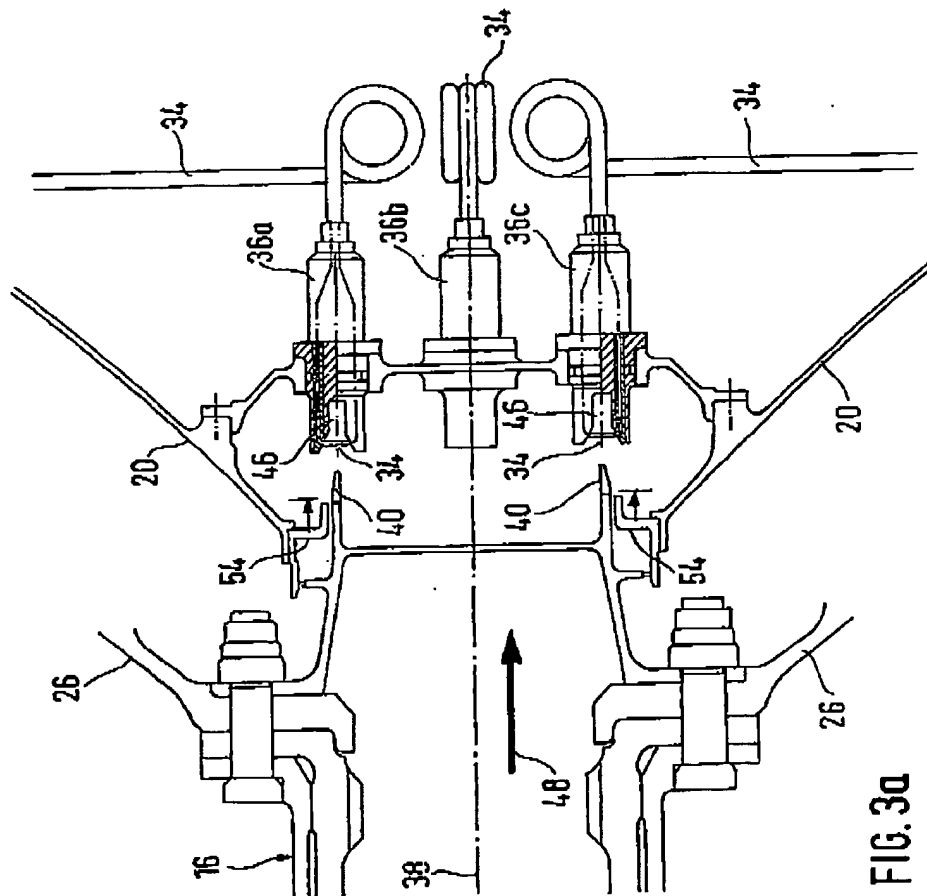


FIG. 3a

802 061/288

ZEICHNUNGEN SEITE 4

Nummer:
Int. Cl. 8:
Offenlegungstag:

DE 197 27 296 A1
F 02 C 9/46
7. Januar 1999

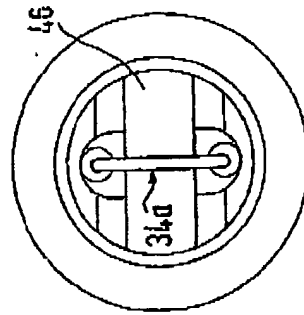


FIG. 4b

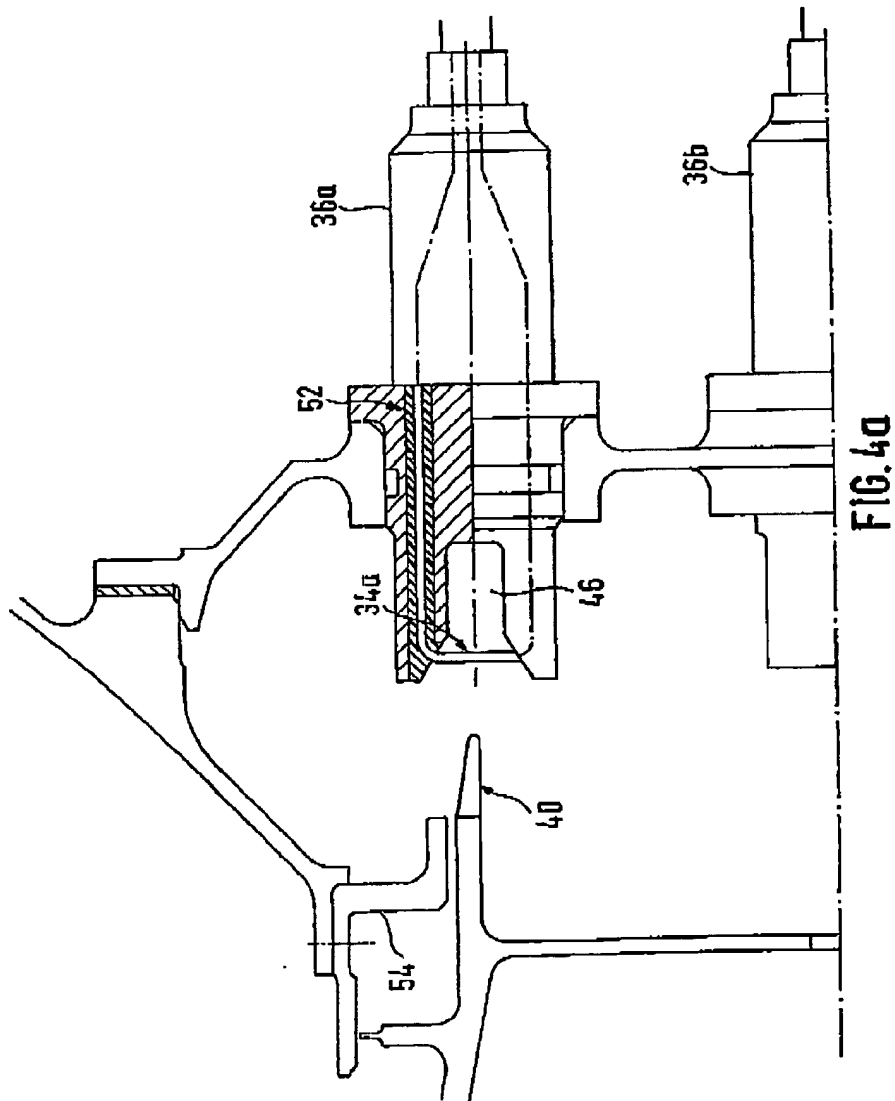


FIG. 4a

802 061/288

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.